



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 100 10 766 A 1**

51 Int. Cl.7:  
**C 23 C 16/511**

21 Aktenzeichen: 100 10 766.4  
22 Anmeldetag: 4. 3. 2000  
43 Offenlegungstag: 25. 10. 2001

DE 100 10 766 A 1

71 Anmelder:  
Schott Glas, 55122 Mainz, DE

74 Vertreter:  
Fuchs, Mehler, Weiß, 65189 Wiesbaden

72 Erfinder:  
Danielzik, Burkhard, Dr., 55411 Bingen, DE; Kuhr,  
Markus, Dr., 55597 Wöllstein, DE; Möhl, Wolfgang,  
Dr., 67550 Worms, DE

56 Entgegenhaltungen:  
DE 196 52 454 A1  
US 56 45 645  
EP 03 26 998 B1  
WO 96 27 690 A1  
WO 95 26 427 A1

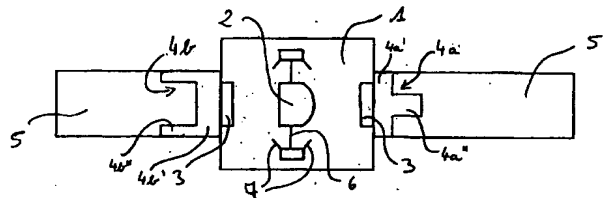
**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zur Beschichtung von insbesondere gekrümmten Substraten

57 Insbesondere bei gekrümmten Substraten, wie z. B. Linsen und Brillengläsern, muß die bei der Beschichtung erreichte Schichtdickenuniformität sehr hoch sein, um hinreichend gut für die Beschichtung mit Antikratz- und Antireflexschichten zu sein. Mit herkömmlichen Beschichtungsverfahren werden hinreichende Schichtdickenuniformitäten nur unter sehr hohem Aufwand erreicht.

In einem Beschichtungsreaktor (1) für Mikrowellen-PCVD-Verfahren wird für jede zu beschichtende Fläche eines Substrates (2) ein Plasma eingekoppelt und die zu beschichtende Fläche senkrecht zur Ausbreitungsrichtung des entsprechenden Plasmas ausgerichtet. In den Bereich der Mikrowelleneinkoppelstellen (3) werden dielektrische Abstimmeelemente (4a, b) eingebracht, die durch Veränderung der Mikrowellenfeldverteilung die in der Plasmadichteverteilung bestehenden Inhomogenitäten korrigieren. Dies führt zu erhöhten Schichtdickenuniformitäten. Beschichten in wirtschaftlicher Weise von insbesondere gekrümmten Substraten mit hoher Schichtdickenuniformität.



DE 100 10 766 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 8.

[0002] Besondere, aber nicht ausschließliche Bedeutung kommt der Beschichtung von gewölbten Oberflächen von Brillengläsern oder Linsen mit einer oder mehreren Schichten, speziell mit Antikratzschichten und uniformen, reflexverminderten Vielfachschichten zu.

[0003] Gemäß der DE 39 31 713 C1 werden Werkstücke, insbesondere Kunststofflinsen, beidseitig mit einer abriebfesten Schutzschicht versehen, indem man sie bezüglich des elektrischen Potentials freischwebend in den Mittenbereich eines durch zwei Elektroden gebildeten Entladungsraums einbringt. Denn im sogenannten Plasmaraum ist die Ladungsdichteverteilung weitestgehend abstandsunabhängig im Gegensatz zu den Dunkelräumen unmittelbar an den Elektroden. Die Gasentladung wird durch das Anlegen eines Radiofrequenz-Feldes zwischen den Elektroden erzeugt. Dieses Verfahren hat den Nachteil, daß die beiden Seiten des Substrates unterschiedlich beschichtet werden, da eine Seite immer der geerdeten Elektrode zugewandt ist und dort das Plasma andere Eigenschaften aufweist als in der Nähe der die Radiofrequenz einkoppelnden Elektrode.

[0004] Die Anmeldung WO 96/27690 beschreibt ein PECVD-Verfahren ("Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition"-Verfahren) sowie eine Vorrichtung zur beidseitigen Beschichtung von Substraten, vorzugsweise von Brillengläsern, durch Mikrowellenanregung. Dafür wird für jede zu beschichtende Fläche in distinktes Plasma verwendet. Um die Wärmebelastung des Substrates niedrig zu halten, wird die Anwendung einer gepulsten Entladung empfohlen. Es wird nicht darauf eingegangen, welche Uniformitäten in der Beschichtung erreicht werden können und wie diese beeinflusst werden können.

[0005] Die Anmeldung PCT/EP 95/01168 beschreibt ein PICVD-Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Herstellung von uniformen Beschichtungen auf Linsen aus Glas oder Kunststoff, bei dem die zu beschichtende Substratoberfläche gegenüber der Gasdurchlaßfläche einer Gasdusche angeordnet wird. In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Gasdusche als Zonendusche ausgebildet, durch die sich örtlich unterschiedliche Gasflüsse auf das Substrat einstellen lassen. Für jede Substratform werden individuelle Mikrowellen- und Gasflußparameter verwendet. Es lassen sich zwar auch für Antireflexbeschichtungen hinreichende Uniformitäten erreichen, allerdings ist die Ermittlung der individuellen Prozeßparameter und ihre Steuerung sehr aufwendig.

[0006] In der DE 196 52 454 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Außenbeschichtung von Lampen beschrieben. Eine Beschädigung der zu beschichtenden Lampe durch die Mikrowellen wird dadurch verhindert, daß die in den Mikrowellenreaktor eingekoppelte Mikrowellenleistung größer gleich einem Schwellenwert gewählt wird, bei dem sich ein Plasma mit verminderter Durchlässigkeit für Mikrowellenstrahlung einstellt. Die Mikrowellen werden also durch das Plasma abgeschirmt. Über erreichbare Schichtuniformitäten findet sich keine Aussage.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zu finden und eine Vorrichtung bereitzustellen, um insbesondere gekrümmte Substrate, wie z. B. Linsen und Brillengläser, in wirtschaftlicher Weise beschichten zu können, wobei eine hohe Schichtdickenuniformität erzielt werden soll. Die Uniformität sollte ca.  $\pm 1\%$  betragen, um hinreichend gut für die Beschichtung mit Antikratz- und Antireflexschichten zu sein. Dabei ist die Uniformität definiert als 100% multipliziert mit der Standardabweichung der

Durchschnittsschichtdicke dividiert durch die Schichtdicke.

[0008] Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren gemäß Anspruch 1 sowie durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 8 gelöst.

5 [0009] Eine Grunduniformität der Schichtdicke wird gewährleistet, indem sich die zu beschichtende Substratfläche in einem Bereich des Plasmas befindet, in dem das Plasma undurchlässig für die Mikrowellen ist und die Plasmadichteverteilung in erster Näherung konstant ist. Der abschirmenden Wirkung des Plasmas kommt beim beid- oder mehrseitigen Beschichten zusätzliche Bedeutung zu, da durch die Abschirmung gewährleistet wird, daß die beiden Mikrowellenfelder einander nicht beeinflussen bzw. jedes Mikrowellenfeld nur das jeweilige Plasma beeinflusst.

15 [0010] Inhomogenitäten im Mikrowellenfeld rufen Inhomogenitäten in der Plasmadichteverteilung hervor. Durch das Einbringen von dielektrischen Abstimmelementen in das Mikrowellenfeld im Bereich der Mikrowelleneinkoppelstellen kann man Einfluß auf die Mikrowellenfeldverteilung nehmen. An der Oberfläche des dielektrischen Abstimmelementes ändert sich die Phase der Mikrowelle. Außerdem wird das Mikrowellenfeld abgeschwächt und die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle ist innerhalb des dielektrischen Abstimmelementes geringer. Dies modifiziert die elektrische Feldverteilung und als Folge auch die davon abhängende Plasmadichteverteilung und das dadurch induzierte Beschichtungsergebnis.

[0011] Durch Wahl der Form der dielektrischen Abstimmelemente werden Beschichtungen erreicht, die eine Uniformität von etwa  $\pm 1\%$  aufweisen.

30 [0012] Bei der Beschichtung einer konkaven Fläche ist in einem weiten Parameterbereich die Beschichtung an den Rändern größer als in der Mitte. Mit zunehmendem Abstand von der Mikrowelleneinkoppelstelle wird die Beschichtung gleichförmiger. Bei konvexen Flächen wird die Beschichtung bis zu einem gewissen Abstand gleichförmiger. Vergrößert man den Abstand noch weiter, nimmt die Gleichförmigkeit der Beschichtung wieder ab.

[0013] Das dielektrische Abstimmelement sollte verstärkt dort Material aufweisen, wo das Mikrowellenfeld abgeschwächt werden soll, d. h. wo eine Schichtdickenüberhöhung vermieden werden soll.

45 [0014] Vorzugsweise wird das erfindungsgemäße Verfahren mittels eines Mikrowellen-PICVD-Verfahrens (Mikrowellen-"Plasma Induced Chemical Vapor Deposition"-Verfahren) durchgeführt. Dabei hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die Abstände zwischen Substratfläche und Mikrowelleneinkoppelstelle in Abhängigkeit der Prozeßparameter Mikrowellenleistung, Druck, Mikrowellenpulsdauer und Mikrowellenpulspause sowie die Dauer der Mikrowellenimpulspausen in Abhängigkeit des Drucks, des Massenflusses des Reaktionsgases und des Abstandes Substratfläche/Mikrowelleneinkoppelstelle zu aktivieren. Dabei bedient man sich des Verfahrens der statistischen Versuchsplanung, wie dies z. B. beschrieben wird in: Box G. E. P., Hunter W. G., Hunter J. S.: Statistics for Experimenters, 1978, Wiley, N. Y.

55 [0015] Im allgemeinen werden dabei die jeweils relevanten Variablen in Abhängigkeit von der Oberfläche des zu beschichtenden Substrates frei variiert und die einzelnen Parameter dann bei Konstanthaltung der übrigen vorgegebenen Parameter nach Maßgabe mit der erzielten jeweiligen Ergebnisse für uniforme Beschichtung optimiert. Diese Maßnahme wird zur Reduzierung des experimentellen Aufwandes nur für Grenzformen der Linsen durchgeführt, und die Parameter für die Beschichtung der Zwischenform werden durch Interpolation ermittelt.

[0016] Als vorteilhaft hat es sich erwiesen, bei kontinuier-

lichem Gasfluß zwischen Trägergas und Reaktionsgas und umgekehrt umzuschalten, ohne den Gasfluß zu unterbrechen. Während des kontinuierlichen Gasflusses wird das Plasma durch Mikrowellen gezündet.

[0017] Vorzugsweise wird das Gas möglichst nah an der zu beschichtenden Fläche eingeführt. Je näher an der Substratfläche das Gas zugeführt wird, desto kürzer können die Impulspausen gewählt werden. Auch die Impulsdauer sollte möglichst kurz gewählt werden, damit die Gasströmung während des Mikrowellenimpulses als ruhend angesehen werden kann. Dies erleichtert eine Modellierung des Beschichtungsvorganges.

[0018] Bevorzugte Reaktionsgase sind Hexamethyldisiloxan und Titanatetrachlorid.

[0019] Die dielektrischen Abstimmelemente, die im Bereich der Mikrowelleneinkoppelstellen in der erfindungsgemäßen Vorrichtung angeordnet sind, bestehen vorzugsweise aus Materialien mit sehr hoher Dielektrizitätskonstante. Besonders bevorzugt werden als Materialien Quarz und Polytetrafluorethylen.

[0020] Vorzugsweise sind die dielektrischen Abstimmelemente auf der atmosphärischen Seite der Einkoppelstellen und auf dem oder den Mikrowellenfenstern angebracht.

[0021] In einer bevorzugten Ausführungsform entspricht die Außenkontur des dielektrischen Abstimmelementes dem Innendurchmesser des Hohlleiters, in dem es angebracht wird.

[0022] Die Gestalt der dielektrischen Abstimmelemente wird vorteilhafterweise an die zu beschichtende Substratoberfläche und die gewünschte Beschichtungsdicke angepaßt. Das dielektrische Abstimmelement kann als Ring oder Scheibe oder auch Kegel oder Pyramide ausgebildet sein. Man kann auch Kombinationen verschiedener dielektrischer Abstimmelemente verwenden, wie z. B. eine Scheibe mit einem Ring oder auch zwei Scheiben unterschiedlichen Durchmessers, die jeweils coaxial zueinander angeordnet sind. Je nach Mikrowellenleistung, Krümmung der zu beschichtenden Oberfläche und gewünschter Beschichtung weisen die dielektrischen Abstimmelemente eine Materialdicke von 5 bis 50 mm auf.

[0023] Vorteilhafterweise ist der Gaseinlaß am Substrathalter angebracht.

[0024] Der Abstand zwischen Substrathalter und Mikrowelleneinkoppelstelle sollte so gewählt werden, daß der Abstand zwischen zu beschichtender Fläche und Einkoppelstelle zwischen 5 und 80 mm beträgt.

[0025] Die Erfindung soll anhand der nun folgenden Figuren näher erläutert werden. Dabei zeigen

[0026] Fig. 1a eine Prinzipskizze der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Beschichtung eines plankonvexen Substrats,

[0027] Fig. 1b eine Prinzipskizze der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Beschichtung eines konvexen Substrats und

[0028] Fig. 2a + b die gemessene Schichtdickenverläufe.

[0029] In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum beidseitigen Beschichten eines gewölbten Substrates dargestellt. Sie weist einen Beschichtungsreaktor 1 auf, in dem das Substrat 2 mittels eines Substralthalters 6 befestigt ist. In unmittelbarer Nähe des Substralthalters 6 sind Gaseinlässe 7 angeordnet. Im vorliegenden Fall ist die Gaszufuhr als rotationssymmetrische Gasdusche ausgebildet. Der Gasauslaß ist der besseren Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt. Das Substrat 2 ist auf einer Seite konvex und auf der anderen Seite plan. Das Substrat 2 ist derart im Beschichtungsreaktor 1 angeordnet, daß die zu beschichtenden Flächen parallel zu den Mikrowellenfenstern 3 sind. An die Mikrowellenfenster 3 schließen sich beidseitig Mikrowellenhohlleiter 5 an.

[0030] Auf der atmosphärischen Seite der Mikrowelleneinkoppelstellen 3, also in den Hohlleitern 5, sind dielektrische Abstimmelemente 4a, b angebracht. Das dielektrische Abstimmelement 4a auf der konvexen Seite des Substrates 2 ist aus zwei Teilelementen 4a' und 4a'' aufgebaut. Dabei handelt es sich um eine Scheibe 4a', deren Außendurchmesser dem Innendurchmesser des Hohlleiters 5 entspricht und einer Scheibe 4a'' kleineren Durchmessers, die coaxial auf der größeren Scheibe 4a' angebracht ist und dadurch das Mikrowellenfeld und die Plasmaverteilung im Bereich der Mitte der konvexen Substratfläche abschwächt. Das dielektrische Abstimmelement 4b, das der planaren Seite des Substrates 2 gegenüberliegt, wobei die planare Seite als Grenzfall für konkave Flächen betrachtet wird, besteht aus einer Scheibe 4b', deren Außendurchmesser dem Innendurchmesser des Hohlraumleiters 5 analog zur Scheibe 4a' entspricht und einem Ringelement 4b''. Dadurch wird die Mikrowellenfeldverteilung und Plasmadichteverteilung am Rand des Substrates geschwächt. Die dielektrischen Abstimmelemente 4a, b werden bis zum Anschlag am jeweiligen Mikrowellenfenster 3 in den jeweiligen Hohlleiter 5 eingeschoben.

[0031] Es hat sich im übrigen herausgestellt, daß vorteilhafterweise das Substrat 2 im Beschichtungsreaktor 1 außermittig anzuordnen ist, insbesondere wenn das Substrat 2 wie in Fig. 1b auf einer Seite konkav und auf der anderen Seite konvex ist. Dabei sollte die konkave Fläche einen größeren Abstand zur Mikrowelleneinkoppelstelle 3 aufweisen als die konvexe Fläche. Dies ist in Fig. 1b dargestellt. Im übrigen ist der Aufbau in Fig. 1b analog zu dem in Fig. 1a.

[0032] Es sind Messungen der Beschichtung einer konkaven Fläche in zwei verschiedenen Abständen von der Mikrowelleneinkoppelstelle durchgeführt worden. Die Ergebnisse sind in den Fig. 2a und 2b dargestellt. Auf der Abszisse ist die Ortskoordinate in radialer Richtung auf dem Substrat dargestellt, wobei der Nullpunkt im Mittelpunkt der Substratfläche liegt. Auf der Ordinate sind die entsprechenden Schichtdicken aufgetragen. Die Messungen wurden einmal ohne dielektrisches Abstimmelement (Meßpunkte A) durchgeführt, einmal mit einem scheibenförmigen dielektrischen Abstimmelement (Meßpunkte B), wobei die Scheibe derart dimensioniert ist, daß das Feld in der Mitte der zu beschichtenden Fläche geschwächt wird, und mit einem ringförmigen dielektrischen Abstimmelement (Meßpunkte C), das das Feld am Rand der zu beschichtenden Fläche schwächt. Die Messung, die in Fig. 2a dargestellt ist, zeigt eine Beschichtung, bei der die konkave Substratfläche 34 mm von der Mikrowelleneinkoppelstelle entfernt war. Gemessen wird der Abstand immer bezüglich der kürzesten Entfernung, d. h. bei konkaven Linsen vom Linsenrand aus und bei konvexen Linsen von der Linsenmitte aus. Bei der Messung in Fig. 2b war die konkave Substratfläche 39 mm von der Mikrowelleneinkoppelstelle entfernt. Die Uniformität ist definiert als 100% multipliziert mit der Standardabweichung der Durchschnittsschichtdicke dividiert durch die Schichtdicke.

[0033] In beiden Messungen ist die Beschichtung ohne dielektrisches Abstimmelement sehr inhomogen. An den Rändern des konkaven Substrates sind die Schichtdicken viel größer als in der Mitte des konkaven Substrates.

[0034] Verwendet man ein dielektrisches Abstimmelement, das das Feld in der Mitte der zu beschichtenden Fläche schwächt (Meßpunkt B), wird dieser Effekt sogar verstärkt. Wird hingegen ein ringförmiges dielektrisches Abstimmelement im Hohlleiter an der Mikrowelleneinkoppelstelle angeordnet, so daß das Feld am Rand des zu beschichtenden Substrates geschwächt wird, wird eine konstante Schichtdicke über das gesamte konkave Substrat erreicht.

## Bezugszeichen

- 1 Beschichtungsreaktor
- 2 Substrat
- 3 Mikrowellenfenster
- 4a, 4a', 4a" dielektrisches Abstimmelement
- 4b, 4b', 4b" dielektrisches Abstimmelement
- 5 Mikrowellenhohlleiter
- 6 Substrathalter
- 7 Gaseinlaß
- 8 Gasauslaß
- A Messung ohne dielektrisches Element
- B Messung mit ringförmigem dielektrischen Element
- C Messung mit scheibenförmigem dielektrischen Element

## Patentansprüche

1. Verfahren zum ein- oder mehrseitigen Beschichten von insbesondere gekrümmten Substraten in einem Mikrowellenreaktor mittels eines Mikrowellenplasma-CVD-Verfahrens, bei dem die in den Mikrowellenreaktor eingekoppelte Mikrowellenleistung größer gleich einem Schwellenwert gewählt wird, bei dem sich ein Plasma mit verminderter Durchlässigkeit für Mikrowellenstrahlung einstellt, und bei dem für jeweils eine zu beschichtende Fläche ein eigenes Plasma eingesetzt wird, das an jeweils einer Mikrowelleneinkoppelstelle eingekoppelt wird, und die zu beschichtende(n) Fläche(n) senkrecht zur Ausbreitungsrichtung des beschichtenden Plasmas angeordnet werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Abstand zwischen der/den zu beschichtenden Substratflächen und der/den jeweiligen Einkoppelstellen größer als die Eindringtiefe der Mikrowellen in das Plasma eingestellt wird und daß durch das Einbringen von einem oder mehreren dielektrischen Abstimmelementen in das Mikrowellenfeld im Bereich der Mikrowelleneinkoppelstelle(n) die Mikrowellenfeldverteilung derart beeinflußt wird, daß in der Plasmadichteverteilung bestehende Inhomogenitäten korrigiert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein PICVD-Verfahren verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der/die Abstände Substrat/Mikrowelleneinkoppelstelle in Abhängigkeit der Mikrowellen-PICVD-Prozeßparameter Mikrowellenleistung, Druck, Mikrowellenpulsdauer, Mikrowellenpulspause durch statistische Versuchsplanung optimiert werden.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Dauer der Mikrowellenimpulspausen in Abhängigkeit des Drucks, des Reaktionsgasmassenflusses und des/der Abstände Substrat-Mikrowelleneinkoppelstellen durch statistische Versuchsplanung optimiert werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Trägergas und beschichtendes Gas im wesentlichen kontinuierlich einströmen und lediglich zwischen Trägergas und beschichtendes Gas umgeschaltet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß Trägergas und beschichtendes Gas möglichst nah an der/den zu beschichtenden Fläche(n) eingeführt werden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Reaktionsgas Hexamethyldisiloxan oder Titanatetrachlorid verwendet wird.
8. Vorrichtung zum ein- oder mehrseitigen Beschich-

ten von insbesondere gewölbten Substraten mittels eines Mikrowellenplasma-CVD-Verfahrens mit einer mindestens ein Mikrowellenfenster aufnehmenden Reaktionskammer, die mindestens eine Gaszuführung und mindestens eine Gasabführung aufweist, mindestens einem Mikrowellenhohlleiter mit Mikrowelleneinkoppelstelle und einem oder mehreren derart angeordneten Substrathaltern, daß die zu beschichtende(n) Fläche(n) senkrecht zur Ausbreitungsrichtung des zu beschichtenden Plasmas ausgerichtet ist/sind, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der Mikrowelleneinkoppelstelle(n) (3) mindestens ein dielektrisches Abstimmelement (4a, b) angeordnet ist, das die Mikrowellenfeldverteilung beeinflußt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das oder die dielektrischen Abstimmelemente (4a, b) aus Quarz oder PTFE gefertigt sind.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß das oder die dielektrischen Abstimmelemente (4a, b) auf der atmosphärischen Seite der Einkoppelstelle(n) angeordnet sind.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das oder die dielektrischen Abstimmelemente (4a, b) auf dem oder den Mikrowellenfenstern (3) angeordnet sind.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenkontur des oder der dielektrischen Abstimmelemente (4a, b) der Innenkontur des jeweiligen Mikrowellenhohlleiters (5) entspricht.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das oder die dielektrischen Abstimmelemente (4a, b) als Ring (4b"), Scheibe (4b', 4a', 4a"), Kegel, Pyramide oder einer Kombination der vorgenannten geometrischen Formen ausgebildet sind.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Gaseinlaß (7) benachbart zum Substrathalter (6) angeordnet ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand Substrathalter (6) – Mikrowellenfenster (3) zwischen 5 und 80 mm beträgt.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

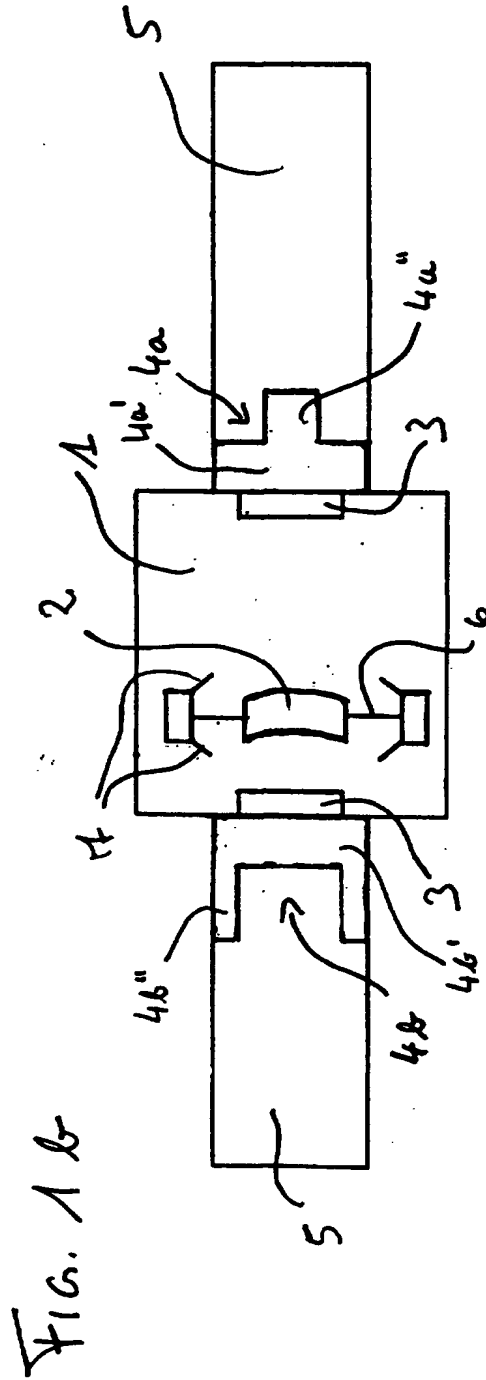
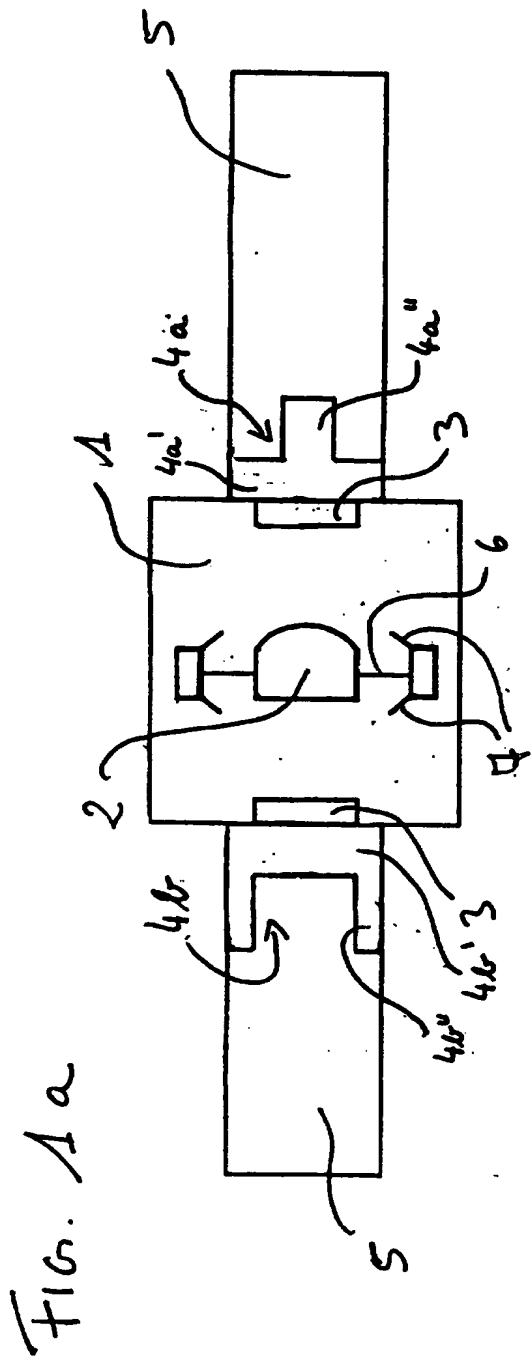


Fig. 2a

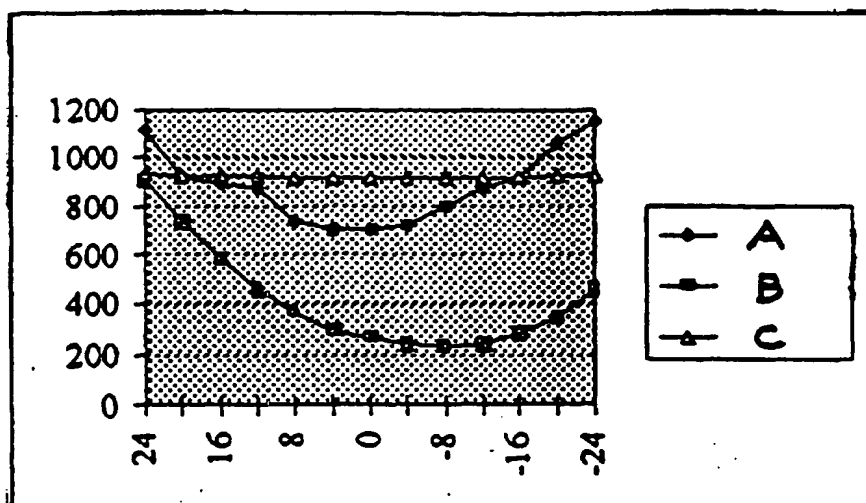


Fig. 2b

